Über die Zwillingsbildung und die optischen Eigenschaften des Chabasit.

Von **Friedrich Becke.**

Die dem rhomboëdrischen Charakter widersprechenden optischen Eigenschaften der Chabasitkrystalle sind schon lange bekannt, aber noch niemals Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen. Schon Brewster[1] erkannte den zusammengesetzten Charakter des Chabasit von Faröer. Des-Cloizeaux[2] erwähnt, dass die Erscheinungen einaxiger Körper gestört seien „par les nombreux enchevêtrements intérieurs". In der Arbeit über den Phakolith von Richmond erwähnt G. vom Rath[3] Beobachtungen von Groth und Arzruni, nach welchen sowohl der Phakolith von Richmond, als der von Salesl, Böhmen, in Platten parallel der Endfläche eine Zusammensetzung aus sechs zweiaxigen Sectoren zeige, von denen je zwei gegenüberliegende gleiche Lage haben. Von Lang[4] hatte schon früher auf Grund analoger Beobachtungen den Herschelit von Aci reale, Sicilien, für rhombisch erklärt, und das Zustandekommen hexagonaler Formen durch Drillingsbildung analog der des Aragonites gedeutet. Alle genannten Forscher sind indess der Ansicht, dass die Zweiaxigkeit dieser Minerale der Chabasitgruppe durch „innere Spannungen in der Richtung der Nebenaxen" zu erklären sei, hervorgerufen durch die Zwillingsbildung nach der Endfläche. Dieselbe Ansicht entwickelt auch

[1] Lond. and Edinb. phil. Mag. g., p. 170.

[2] Manuel, p. 408.

[3] Min. Mittheil. XV. in Pogg. Ann. CLVIII, p. 394.

[4] On the crystalline form of Herschelite; Philos. Magaz. 1864. Vol. XXVIII, p. 506.

A. Streng[1] in seiner umfangreichen Chabasit-Arbeit. Er erkannte nicht nur die Zusammensetzung aus sechs Individuen auf Platten parallel der Endfläche, sondern auch die Abhängigkeit der optischen Orientirung von der auf den Rhomboëderflächen auftretenden federförmigen Streifung.

Diese ungenügenden Kenntnisse der optischen Eigenschaften des Chabasit forderten umsomehr zu einer erneuten Untersuchung auf, als vor kurzem Mallard's[2] umfassende Arbeiten neue Gesichtspunkte für die Beurtheilung solcher „abnormer optischer Erscheinungen" eröffnet hatten.

Es wurden daher zum Theil mit dem Material aus der Sammlung des Universitäts-Institutes, zum Theil mit Krystallen, die ich aus der Sammlung des mineralogischen Hofmuseums erhielt, eingehende Untersuchungen angestellt. Die Resultate der im mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institute des Herrn Hofrathes G. Tschermak ausgeführten Arbeit lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Das Chabasitrhomboëder besteht im Falle der regelmässigen Ausbildung aus sechs Individuen, die ihrer Symmetrie nach triklin sind. Ein solches Individuum zeigt Spaltbarkeit nach drei Flächen, die ihrer Lage nach den drei Flächen des Chabasitrhomboëders entsprechen. Die Spaltbarkeit ist nach einer der drei Flächen (100) vollkommener als nach den beiden anderen. Auch sind die Flächen nicht unter genau gleichen Winkeln gegeneinander geneigt. Stellt man dieses Scheinrhomboëder so auf, dass die Fläche vollkommenster Spaltbarkeit 100 nach vorne sieht, so soll die Fläche rechts hinten 001, die Fläche links hinten 010 heissen. Die optische Orientirung ist auf allen drei Flächen verschieden. Beim Chabasit von Faröer, der dieser Untersuchung am günstigsten war, bildet eine Auslöschungsrichtung auf der Fläche 100 einen Winkel von 24·7° mit der Kante 100.010; sie liegt also links von der kurzen Diagonale der Rhomboëderfläche (von der Mittellinie).

---

[1] Berichte der oberrheinischen Gesellschaft f. Nat. und Heilkunde XVI. 1877, p. 7

[2] Annale des mines, X. 1876.

Auf der Fläche 001 liegt eine Auslöschungsrichtung gleichfalls links von der Mittellinie und bildet mit der Kante 100.001 einen Winkel von 35°; auf der Fläche 010 liegt eine Auslöschungsrichtung rechts von der Mittellinie und bildet mit der Kante 010.001 einen Winkel von 52·8°.

2. Durch 100 sieht man eine Axe mit Andeutung eines Lemniscatensystems; durch 001 sieht man bloss Interferenzcurven, durch 010 sieht man ein Axenbild mit concentrischen Ringen. Die Axenebene liegt so, dass man eine Platte senkrecht zur stumpfen Bisectrix erhält, wenn man die Kante 100.001 abschleift (Chabasit von Faröer). Der Axenwinkel ist gross, die Doppelbrechung so schwach, dass Platten von 0·5 Mm. Dicke keine Ringe mehr zeigen. Orientirung und Axenwinkel variiren übrigens bedeutend.

3. Sechs solche Individuen sind nun derartig mit einander verwachsen, dass je zwei derselben an einer Rhomboëderfläche zu Tage treten; sie veranlassen hier das Auftreten einer stumpfen ausspringenden Kante und die bekannte federförmige Streifung. Die Mittellinie jeder Rhomboëderfläche und die Polkanten des Rhomboëders entsprechen den Zwillingsgrenzen. Bei dem Aufbau des Chabasitrhomboëders aus 6 Individuen sind zwei, vielleicht drei Zwillingsgesetze betheiligt; zwei sind sicher nachgewiesen. Die zwei sicher nachgewiesenen Zwillingsgesetze lauten:

I. Gesetz: Zwillingsebene eine Fäche $\bar{1}10$.

II. Gesetz: Zwillingsebene eine Fläche $01\bar{1}$.

Beide Flächen entsprechen zwei Flächen des verwendeten Prismas $\infty P2$ bezogen auf das Chabasitrhomboëder; sie bilden nahezu, aber nicht genau einen Winkel von 120°.

Unter Zugrundelegung dieser zwei Gesetze sind die meisten Cabasitkrystalle nach zwei Typen aufgebaut:

Typus A: Zwei in einer Rhomboëderfläche längs der Mittellinie zusammentreffende Individuen sind nach Gesetz I verbunden. Sie kehren die Flächen 001 nach aussen, und zwar das linke Individuum die Fläche $00\bar{1}$, das rechte die Fläche 001. Je zwei in einer Rhomboëderkante zusammentreffende Individuen sind nach Gesetz II verbunden.

In diesem Falle bilden die Auslöschungen der beiden an der Rhomboëderfläche zu Tage tretenden Individuen in einer

Platte parallel der Rhomboëderfläche einen Winkel von 22°; der Winkel der Auslöschungen ist nach oben offen. In einer Platte parallel der Endfläche des Scheinrhomboëders erscheinen sechs Sectoren; zwei an einer Rhomboëderfläche liegende Sectoren löschen unter Richtungen aus, die einen Winkel von 22—28° einschliessen. Die Axenebene liegt in der Richtung einer Normalen zur Trace der Rhomboëderfläche. Die Sectoren I, III, V einerseits, II, IV, VI anderseits sind um nahezu 120° gegeneinander verwendet.

Typus B. Zwei an der Rhomboëderfläche auftretende Individuen sind nach Gesetz II verbunden; sie kehren die Flächen 100 nach aussen; das linke Individuum die Fläche 100, das rechte Individuum die Fläche $\bar{1}00$. Die Auslöschungen der beiden Individuen bilden in einer Platte parallel der Rhomboëderfläche einen Winkel von circa 50°. Dieser Winkel ist nach unten offen.

Auf Platten parallel der Endfläche des Scheinrhomboëders bilden die Auslöschungen zweier an einer Rhomboëderfläche auftretenden Individuen Winkel von 42° (Chabasit vom Pufler Loch). Die Axenebene liegt in jedem Individuum in der Richtung der Halbirungslinie des anliegenden Dreieckswinkels.

Einem dritten Zwillingsgesetz (Zwillingsebene $\bar{1}01$) scheinen gewisse Chabasite zu entsprechen, wo die beiden an einer Mittellinie zusammenstossenden Individuen nach zwei Richtungen auslöschen, welche einen kleinen nach unten offenen Winkel von circa 10° einschliessen, welche ausserdem durch die Rhomboëderflächen ein in der Mittellinie nach aufwärts verschobenes Axenbild zeigen. Diese Chabasite kehren die Flächen 010 und $0\bar{1}0$ nach aussen und zeichnen sich durch besonders kräftiges Hervortreten der Federstreifung aus. (Neudorf und Friedland, Böhmen; Dalsnypen.) Dem Typus A entsprechen die Chabasite von Riebendörfel, Böhmen; Faröer; Disco; Fassathal; Gustavsberg, Schweden; Phakolith von Aussig.

Dem Typus B entsprechen: Chabasit von Pufler Loch, Süd-Tirol; manche Krystalle von Disco, von Neudorf.

4. Es erübrigt nur noch Einiges zu sagen über das Verhältniss meiner Ergebnisse zu der von Mallard entwickelten Theorie. Mallard glaubt, dass Verwachsungen dieser Art nicht

nach den gewöhnlichen Zwillingsgesetzen erfolgen, sondern dass Partien eines und desselben Primitivnetzes von niederer Symmetrie in verschiedenen Stellungen mit einander verwachsen. Diese Partien verschiedener Stellung mischen sich dann in ähnlicher Weise wie die verschiedenen Primitivnetze isomorpher Substanzen, und bilden Complexe höherer Symmetrie. Von dieser Voraussetzung ausgehend, findet man leicht, dass ein triklines Primitivnetz, das sich einem Rhomboëder nähert, sechs verschiedene Stellungen annehmen kann, und wenn Partien in diesen sechs verschiedenen Stellungen mit einander verwachsen, könnten sie ein Scheinrhomboëder bilden. Ist Mallard's Theorie richtig, so dürfen nur sechs verschiedene Orientirungen in einer Platte parallel der Endfläche auftreten. Dem entspricht aber die Beobachtung nicht. Fast stets gewahrt man innerhalb eines oder mehrerer Individuen scharf und geradlinig begränzte Stellen, die in ihrer Orientirung um wenige Grade von der Umgebung abweichen. Wenn die Verhältnisse günstig sind, so lässt sich zeigen, dass das Auftreten auch dieser Partien durch obige Zwillingsgesetze erklärbar ist. Hier ein Beispiel: Eine Platte von Riebendörfler Chabasit besteht aus sechs Individuen; I und II, III und IV, V und VI sind in Zwillingsstellung nach Gesetz I; II und III, IV und V nach Gesetz II; VI und I sind aber nicht genau in Zwillingstellung. Ihre Auslöschungen bilden einen Winkel von 151°, während sie nach Gesetz II 146·5° einschliessen sollten. Dagegen finden sich innerhalb des Individuums I einzelne Streifen, die sich genau in Zwillingsstellung zu VI befinden, der Winkel der Auslöschung zwischen diesen Streifen und VI wurde mit 145·5° gemessen, während die Rechnung 146·5° ergibt.

Die Chabasit-Individuen verhalten sich also ganz ähnlich wie die Individuen eines Aragonitdrillings, dessen drei Individuen die 360° nicht vollständig ausfüllen, so dass innerhalb des Raumes von Individuum I noch Partien eines Individuums IV auftreten, die in Zwillingsstellung zu III sich befinden, aber nicht genau mit I zusammenfallen.

Die Gesetze, nach denen die Individuen von Chabasit verwachsen, sind also von den gewöhnlichen Zwillingsgesetzen nicht verschieden, und man hat nicht nöthig zur Erklärung des Auf-

baues der Chabasitkrystalle eine durch nichts weiter bewiesene neue Theorie herbeizuziehen.

Der natronreiche Herschelit von Aci castello, sowie der sogenannte Seebachit von Richmond zeigen ein anderes Verhalten als der Chabasit; die optischen Eigenschaften derselben verweisen auf ein monoklines Krystallsystem. Der Zwillingsbau ist mit einigen Abweichungen ähnlich wie beim Chabasit.

Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität Wien, Juni 1879.
